

## **Justus von Liebig und die Entwicklung der Ernährungswissenschaft**

### *Einleitung*

Justus von Liebig kann man wohl als den ersten Repräsentanten einer naturwissenschaftlichen Forschung auf dem Ernährungsgebiet und damit gewissermaßen als »Vater der Ernährungswissenschaft« bezeichnen. Wenn man auf seine Bedeutung für die Entwicklung dieses Faches anhand seines Lebens und Wirkens eingeht, so liegt darin zweifellos der Versuch, wichtige Abschnitte der Geschichte der Ernährungswissenschaft darzustellen. Bei der Konfrontierung mit diesem Thema wird sich vermutlich mancher fragen: Müßte die Behandlung eines solchen Themas nicht eigentlich einem Historiker anvertraut werden?

Sicherlich ist es zweckmäßig und richtig, wenn die Geschichte auch jedes wissenschaftlichen Faches vom geschulten Historiker abgehandelt wird, der jedes einzelne Ereignis an den richtigen Platz setzen und die weiteren Folgerungen entsprechend auswerten kann. Aber die Darstellung der Entwicklung einer relativ neuen Disziplin, wie es die Ernährungswissenschaft ist, sollte man vielleicht zunächst doch dem betreffenden Fachwissenschaftler überlassen. Der bleibende Wert einer solchen Beschreibung liegt dann allerdings in erster Linie darin, daß sie dem Historiker später als Unterlage dienen kann.

Für die Beschreibung einiger mir wichtig erscheinender Einzelheiten aus Liebig's Leben konnte ich mich auf einige gute Biographien stützen. Doch hat Liebig selbst an Schriften so viel hinterlassen, daß man sich über sein Wirken recht gut anhand seiner eigenen Veröffentlichungen unterrichten kann. Besonders wertvoll sind für diesen Zweck seine »Chemischen Briefe«, deren erste Auflage, noch in Gießen, 1844 veröffentlicht wurde. Die letzte, die 6. Auflage, wurde 1878, also fünf Jahre nach Liebig's Tode, von seinem Sohn Georg aufgrund der von Liebig selbst noch für diese Auflage fertiggestellten Unterlagen herausgegeben. In seinen »Chemischen Briefen« hat Liebig auch das früher in anderen Schriften Veröffentlichte fast alles nochmals dargestellt, erklärt und in größere Zusammenhänge gestellt. So ist diese Veröffentlichung sicherlich die beste Quelle für Liebig's Leben und Wirken.

Bevor ich an die Behandlung des eigentlichen Themas gehe, seien mir zwei Vorbemerkungen gestattet:

In der Entwicklung der Erkenntnisse jedes naturwissenschaftlichen Faches ergibt sich häufig der eine Gedanke aus dem anderen, die eine Beobachtung aus

einer früheren, so daß es schwierig ist zu entscheiden, in welcher Reihenfolge verschiedene Entdeckungen wirklich erfolgt sind. Jedem der an einer Entdeckung beteiligten Forscher gerecht zu werden, mag oft unmöglich sein, umso mehr als gar nicht so selten ganz bedeutende Entdeckungen völlig unabhängig voneinander in Laboratorien ganz verschiedener Länder gemacht werden. Das gilt etwa für viele Erkenntnisse auf dem Eiweißgebiet, die wir einerseits dem Holländer *Mulder*, andererseits *Liebig* verdanken. Dafür gibt es aber auch zwei Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit, nämlich die Auffindung des Vitamin B<sub>12</sub> und die Synthese von Insulin, beides Entdeckungen, die für die Ernährungswissenschaft von höchster Bedeutung sind.

Ein solcher Tatbestand könnte dazu verleiten, von der Nennung der mit wissenschaftlichen Entdeckungen verbundenen Namen ganz abzusehen, um Ungerechtigkeiten in der Reihenfolge der Aufzählung von Namen zu vermeiden und um nicht Anlaß zu Prioritätsstreitigkeiten zu geben. Dann müßte man sich mehr oder weniger auf eine unpersönliche Schilderung der geschichtlichen Entwicklung beschränken. Ich tue das bewußt nicht, ich *will* nichts unpersönlich schildern! Heute sind so viele Menschen geneigt, anzunehmen, jeder in Wissenschaft und Forschung Tätige könne bedenkenlos gegen ein anderes Exemplar der Gattung *homo sapiens* ausgetauscht werden. Heute will man durch kollegiale Entscheidungen Richtung, Ziele und zu erwartende Ergebnisse der Forschung festlegen. Deshalb kann gerade heute gar nicht deutlich genug darauf hingewiesen werden, daß die meisten naturwissenschaftlichen Erkenntnisse dem Geist einzelner oder kleiner Gruppen genialer Wissenschaftler zu verdanken sind. Die Nennung ihrer Namen sollte späteren Generationen Ansporn und Verheißung bedeuten.

Die zweite meiner Vorbemerkungen bezieht sich auf die folgende Frage: Soll man bei der geschichtlichen Entwicklung eines neuen Faches bzw. bei der Beschreibung von Entdeckungen nur das Positive erwähnen und nur das, was sich auch in der Zukunft als richtig erweist? Oder soll man auch fehlerhafte Entwicklungen und Fehlschlüsse mitbeschreiben? Mir erscheint das letztere Vorgehen zweckmäßiger, denn erst aus Vergangenheit und Gegenwart einerseits, aus Erfolgen und Mißerfolgen andererseits ergibt sich oft ein klares Bild über den gegenwärtigen Stand des Wissens und seine Entwicklung. Erst wenn man nicht nur Licht, sondern auch Schatten gelten läßt, erst wenn man den positiven Erkenntnissen von bleibendem Wert auch die Irrtümer gegenüberstellt, ergibt sich ein lebendiges Bild von den Entdeckungen und von den Menschen, denen wir diese Entdeckungen verdanken.

Im Sinne beider Vorbemerkungen ist Justus von Liebig ein gutes Beispiel: Mit seinem Namen sind viele Erkenntnisse und Entdeckungen aus der Frühzeit der naturwissenschaftlich fundierten Ernährungswissenschaft unlösbar verbunden, Erfolge und Mißerfolge, seine richtigen Thesen und seine Irrtümer lassen sein Werk der Nachwelt erst wirklich lebendig erscheinen. Sein sprühender

Geist ließ häufig die genügende Geduld vermissen, neue Hypothesen und Theorien durch experimentelle Befunde lückenlos zu untermauern, bevor er sich mit ihnen identifiziert. Häufig mußte er deshalb die eine oder andere Hypothese zurücknehmen, weil er es unterlassen hatte, die Grundlagen zu schaffen, die Voraussetzung für weitere Forschung gewesen wären. Dies ist ihm von seinen Kritikern oft entgegengehalten worden. Liebig sprühender Geist war aber gar nicht ängstlich darauf bedacht, jeglichen Fehler zu vermeiden. Er äußerte vielmehr: »Alle unsere Ansichten sind aus Irrtümern hervorgegangen. Was wir heute für richtig halten, stellt sich morgen vielleicht schon als ein Irrtum heraus. Eine jede Ansicht, welche zu Arbeiten antreibt, den Scharfsinn weckt und die Beharrlichkeit erhält, ist für die Wissenschaft ein Gewinn, denn Arbeit ist es, welche zu Entdeckungen führt«.

So hat er jede Theorie unbedenklich wieder geopfert, wenn er erkennen mußte, daß die Tatsachen ihr nicht entsprechen. In diesem Sinne schreibt er an Berzelius: »Die schönsten Theorien werden durch die verdammtten Versuche über den Haufen geworfen, es ist gar keine Freude mehr, Chemiker zu sein. Ich beneide Handwerker und andere Praktiker wie die Holzhauer und Kopisten auf den Kanzleien. Denken Sie sich die reine, ungetrübte Freude, die diese Leute empfinden, wenn sie ihr Tagewerk geendigt, zuhause die Ruhe genießen, die sie verdienen. Der Geist ist ruhig, der Appetit tigerartig, der Schlaf fest und sorgenlos«.

Liebig war der Meinung, daß bei einem Forscher Verstand und Kritik auf der einen, Ideenreichtum und Phantasie auf der anderen Seite gleich notwendig seien. Er sah Sinn und Aufgabe wissenschaftlicher Arbeit weniger in dem praktischen Nutzen, der sich aus ihr ergab, als vielmehr in den Erkenntnissen, zu der sie führte.

Diese Einstellung Liebig ist natürlich nur so zu verstehen, daß der Wissenschaftler beim Experimentieren im allgemeinen nicht nach dem unmittelbaren Nutzen seiner Versuchsergebnisse fragt, wenngleich wir uns darüber klar sind, daß sich die aus wissenschaftlicher Arbeit und Forschung ergebenden Erkenntnisse noch immer bezahlt gemacht haben, daß — im ganzen gesehen — der Nutzeffekt der für die wissenschaftliche Arbeit aufgewandten Mittel letzten Endes kein finanzielles Risiko darstellt. Verzicht auf Forschung oder allzu starke Einschränkung der für sie aufgewandten Mittel bedeuten dagegen mit Sicherheit ein Verlustgeschäft für eine Nation. Die Ernährungswissenschaft als ein Fach, das Grundlagen für Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Mensch und Tier liefert, ist ein gutes Beispiel für diese These.

### *Ernährungswissen in der Zeit vor Liebig*

Auch große Männer sind nicht völlig unabhängig von ihrer Umwelt — örtlich und zeitlich gemeint — zu sehen. Ihr wissenschaftliches Werk wird erst richtig deutlich, wenn man ihren Erkenntnissen den Stand des Wissens in der

Zeit vor ihnen gegenüberstellt. Ihre Bedeutung für die Weiterentwicklung ihres Faches wird fernerhin dadurch besonders deutlich, wenn man auch auf die Erfolge ihrer Schüler und — in großen Zügen — auf die weiteren Erkenntnisse in ihrem Fach bis zur Gegenwart eingeht.

Das Wissen um die vorbeugende oder heilende Kraft der Nahrung gehörte schon zum Gedankengut der Ärzte in Altertum und Mittelalter. Welche Nahrungsbestandteile aber im einzelnen von besonderer Bedeutung sind, wie sie vom Körper nutzbar gemacht bzw. in ihn aufgenommen werden, darüber wußten sie wenig. Eine experimentelle Ernährungswissenschaft im Rahmen des großen Fachgebietes der Biologie war so gut wie unbekannt. Auf vielen Gebieten beginnt sie mit Liebig. Das gilt insbesondere für Erkenntnisse über anorganische Nährstoffe, also Mineralstoffe und Spurenelemente, über das Eiweiß und über einige Grundlagen von Nährstoffverwertung und Stoffwechsel. Liebig war der erste, der seine Gedanken über die Bedeutung der anorganischen Bestandteile von Pflanzen, Tier und Mensch als Nährstoffe klar zusammenfaßte, aber er war natürlich nicht der erste, der Untersuchungen über Natur und Herkunft der anorganischen Bestandteile der verschiedenen Organismen gemacht hatte. Zum Verständnis der Bedeutung Liebig's *neuer* Gedanken trägt es sicherlich bei, wenn kurz auf einige dieser früheren Untersuchungen eingegangen wird. Aus der Mitte des 17. Jahrhunderts sind Versuche bekannt, mit denen sich *von Helmont* (1577—1644) Aufschlüsse über die Herkunft der Bausteine von Pflanzen verschaffen wollte. Er ließ einen Weidenbaum in einem großen, mit Erde gefüllten Kübel wachsen. Bei einer Versuchsdauer von 5 Jahren gab er lediglich destilliertes Wasser zu. Aus der Tatsache, daß die Weide in dieser Zeit über 70 kg an Gewicht zugenommen hatte, der Boden aber einen Gewichtsverlust von nur wenigen Gramm aufwies, schloß von Helmont, daß sich die festen Bestandteile des Pflanzenorganismus aus Wasser gebildet hätten. Damit glaubte er, den alten schon von Thales von Milet im 6. vorchristlichen Jahrhundert vertretenen Standpunkt zu bestätigen, daß alle Substanzen des pflanzlichen und tierischen Organismus sich aus Wasser bilden.

150 Jahre später, um 1800, — also etwa zur Zeit Liebig's — wird von Vauquelin ein analoger Versuch an Hühnern gemacht, mit dem dieser glaubt, die von v. Helmont an der Pflanze gefundenen Ergebnisse auch am tierischen Organismus bestätigt zu haben, daß nämlich auch hier anorganische Substanzen neu gebildet werden könnten. Er verglich die Mengen an Ca und P in von Hühnern in 10 Tagen gelegten Eiern mit den Ca- und P-Mengen in dem in der gleichen Zeit aufgenommenen Futter. Da die Summe der Mineralverluste (Eier, Harn + Kot) die der zugeführten Mengen überstieg, hielt Vauquelin eine Neubildung im Organismus des Huhnes für erwiesen.

Die Fehlermöglichkeiten bei einer so kurzen Versuchsdauer liegen auf der Hand: Zur Bildung der in der Versuchszeit gelegten Eier sind größtenteils

Nährstoffe verwandt worden, die schon in der Zeit vor Versuchsbeginn geteilt und im Organismus gespeichert waren. Gerade bei Phosphor und Stickstoff sind die Skelettreserven so groß, daß selbst bei ungenügender Zufuhr dieser Stoffe die Legetätigkeit in einer kurzen Versuchsperiode nicht nachlassen braucht, sondern die benötigten Grundstoffe aus dem Skelett entnommen werden. Mit dieser Möglichkeit hatte der Experimentator offensichtlich nicht gerechnet.

Die ersten naturwissenschaftlich fundierten experimentellen Mitteilungen über Fragen der Pflanzenernährung, die die Notwendigkeit anorganischer Substanzen für das Wachstum der Pflanze klarstellten, erschienen zu Anfang des 19. Jahrhunderts. Von den in dieser Zeit erschienenen Veröffentlichungen seien zwei besonders charakteristische genannt. *J. C. Schrader* teilte seine Ergebnisse »Über die Beschaffenheit und Erzeugung der Bestandteile von Pflanzenteilen« mit, eine Arbeit, die den Preis der Berliner Akademie der Wissenschaften erhielt. Schrader verglich zwei Gruppen von Pflanzen, die teils auf mineralstoffreichen, teils auf praktisch mineralstofffreien Böden wuchsen. Er fand, daß der Aschegehalt der auf mineralstoffreichem Boden wachsenden Pflanzen praktisch den der Samen nicht überstieg, während in den Versuchspflanzen eine erhebliche Zunahme des Mineralstoffgehalts festgestellt wurde. Dies lieferte den Beweis der Mineralstoffaufnahme aus dem Boden.

Die andere, eine von *Wigmann* und *Polstorff* 1838 veröffentlichte Arbeit, mutet in ihrem klaren naturwissenschaftlich fundierten Ansatz ganz anders an: Eine Reihe von Pflanzen, z. B. verschiedene Getreidearten, Tabak, wurden auf Böden gezüchtet, die entweder reiner Sand waren oder eine Mineralstoffmischung enthielten. Wachstum und Aschegehalt der auf den verschiedenen Böden gezogenen Pflanzen zeigten so eklatante Unterschiede, daß an dem Mineralstoffbedarf der Pflanze nicht zu zweifeln war. Diese Veröffentlichungen machen deutlich, wie Liebig auf einer Fülle von Einzelkenntnissen aufbauen konnte. Sein Verdienst lag vor allem in der Zusammenfassung des Erkenntnis zu einer Gesamterkenntnis und vor allem aber auch die praktischen Schlüsse für die Anwendung dieses Erkenntnis gezogen und bekanntgemacht zu haben. Ganz besonders wichtig in diesem Zusammenhang das nach ihm benannte Gesetz des Minimums, das besagt, daß Wachstum und Gedeihen in erster Linie von der Menge des Nährstoffs abhängig ist, der — prozentual zum Bedarf — in der Pflanze vorhanden ist. Liebig selbst hat das so ausgedrückt: »In allen Bestandteilen der Erde, des Wassers und der Luft, welche teilhaben am Leben der Pflanze, zwischen allen Teilen der Pflanze und den einzelnen Teilen besteht ein Zusammenhang, so zwar, daß, wenn in dieser Kette der Ursachen, welche den Übergang des anorganischen Stoffes in den Träger der organischen Tätigkeit vermitteln, ein Glied fehlt, die Pflanze das Tier nicht sein können«.

Zu den ersten experimentellen Studien auf dem Gebiet der Nährstoffverwertung gehören die, die zu Anfang des 18. Jahrhunderts der Franzose Réaumur ausführte: Im Laboratorium untersuchte er die Wirkung von Magensaft von Raubvögeln und Hunden auf Fleisch und beobachtete dabei, daß auf diese Weise die Nahrung schnell ohne Auftreten von Fäulniserscheinungen zersetzt wurde. — »An experimental inquiry into the principles of nutrition and the digestive process« war der Titel einer Doktorarbeit, die der Amerikaner J. R. Young um das Jahr 1800 der Medizinischen Fakultät einer amerikanischen Universität vorlegte. Seine Schilderung der Einzelheiten der Magenverdauung war recht genau und zuverlässig, wenn er auch den Fehler machte, daß er die Magensäure als Phosphorsäure ansah. Als Salzsäure wurde sie erst zwei Jahrzehnte später identifiziert, etwa zur gleichen Zeit, als Liebig seinen Lehrstuhl in Gießen übernahm.

Alle bisherigen Kenntnisse über die Verdauung im Magen konnte *William Beaumont* (1785–1853) zusammenfassen, weil er das Glück hatte, mehrere Jahre lang einen Patienten mit einer Magendauerfistel beobachten zu können. Er beschrieb Einzelheiten über chemisch und mechanisch auszulösende Reflexe und veranlaßte einige befreundete Chemiker zu eingehenden Analysen des Magensaftes. Viele der auch heute noch gültigen Grundlagen über die Physiologie der Magenverdauung fußen auf seinen Erkenntnissen. Aber auch Beaumont wußte noch nichts von der chemischen Natur der Nährstoffe und teilte noch die Meinung von Hippokrates, daß es trotz der Vielzahl von Nahrungsmitteln nur eine einzige Art von Nährstoffen gäbe.

Eine Ernährungsforschung als naturwissenschaftliches Fach, eine Wissenschaft vom Stoffwechsel, die sich mit den chemischen Veränderungen der Nährstoffe, den biochemischen Vorgängen und der Deutung der biologischen Prozesse im Organismus beschäftigt, konnte sich erst entwickeln, nachdem gewisse grundlegende Erkenntnisse in der Chemie und einigermaßen gesicherte Vorstellungen über die engen Verknüpfungen zwischen Chemie, Biochemie und Biologie gewonnen waren. So war ein Verständnis der Funktion der Nahrung im Organismus unmöglich, bevor *Lavoisier* das Phänomen der Verbrennung erklärt hatte. Vor nahezu 200 Jahren — im Jahre 1777 — wies er nach, daß die Atmung nichts anderes ist als eine langsame Verbrennung, bei der Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure gebildet wird. Weitere grundlegende Forschungen folgten bald: Dem französischen Physiologen *Magendie*, dem Holländer *Mulder* und *Justus von Liebig* verdanken wir die ersten Kenntnisse von den stickstoffhaltigen Bestandteilen von Körper und Nahrung, auf *Mulder* ist die auch heute noch gebräuchliche wissenschaftliche Bezeichnung »Proteine« für das Eiweiß zurückzuführen. Die Grundlagen der energetischen Betrachtungsweise legten deutsche Forscher wie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts *Liebig*s Schüler *Carl von Voit* sowie der Hygieniker *Pettenkofer*, beide in München wirkend, und schließlich *Voit*s Mitarbeiter *Max*

*Rubner.* Die Anfänge einer systematischen Ernährungswissenschaft sind also ganz wesentlich auf Liebig und seine Schule zurückzuführen.

### *Liebig als Schüler und Student*

Die Liebigs sind ein altes hessisches Bauerngeschlecht aus dem Odenwald, erst der Großvater von Justus zog als Schuhmachermeister in die Stadt. Sein Sohn, Justus Liebig's Vater, galt als ein merkwürdiger Kauz. Er betrieb in Darmstadt ein Geschäft, in dem vorwiegend Drogen und Farben verkauft wurden. Selbst kümmerte er sich allerdings wenig um diesen Betrieb, sondern verbrachte seine Zeit im wesentlichen in einem primitiven Laboratorium. »Unter den Leuten galt der Kaufmann Liebig als ein interessanter Alchimist, der durch die merkwürdigen Experimente die ganze Stadt bisweilen in Staunen setzte. So illuminierte er schon am Ende des 18. Jahrhunderts, ehe noch jemand an Gasbeleuchtung dachte, sein ganzes Haus mit »brennender Luft« und galt deshalb für eine Art Hexenmeister« (*Blunck*). Für den Sohn Justus wurde das Laboratorium seines Vaters bald das, was für andere Kinder der Spielplatz ist.

Justus besuchte, wie auch seine Brüder, das Darmstädter Gymnasium. Hier wurde vor allem Griechisch und Latein betrieben, in erster Linie lernte man Vokabeln und Grammatik. Da dies dem Schüler Justus gar nicht lag, und ein Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern praktisch nicht geboten wurde, versagte er bald. Wie es um ihn bestellt war, kennzeichnet ein Vorgang, über den Liebig selbst berichtet: »Als einst der ehrwürdige Rektor des Gymnasiums bei einer Visitation meiner Klasse auch an mich kam und mir die ergreifendsten Vorstellungen über meinen Unfleiß machte, wie ich die Plage meiner Lehrer und der Kummer meiner Eltern sei, und was ich denn dächte, was einst aus mir werden sollte, und ich ihm zur Antwort gab, daß ich ein Chemiker werden wollte, da brach die Schule und der gute alte Mann selbst in ein unauslöschliches Gelächter aus, denn niemand hatte eine Vorstellung damals davon, daß die Chemie etwas sei, was man studieren könne«.

Als der Vater merkte, daß Justus als Lateinschüler nicht erfolgreich war, gab er ihn zu einem Apotheker in die Lehre. Dieser Beruf erschien ihm als einem »Amateur-Chemiker« offensichtlich besonders attraktiv. Jedenfalls ließ er alle seine vier Söhne Apotheker werden. Justus gefiel diese Lehre zunächst recht gut, vor allem deshalb, weil er weiterhin im Geheimen experimentieren konnte, die dazu notwendigen Chemikalien fand er ja in der Apotheke. Doch dieses Experimentieren war dann der Grund dafür, daß die Lehre in der Apotheke bald ein Ende hatte. Liebig's späterer Schüler, der berühmte Chemiker *August-Wilhelm Hofmann*, berichtet darüber: »Eine heftige Detonation in der kleinen Bodenkammer, in der Justus lebte, weckt die Schläfer im Haus. Man eilt die Treppe hinauf. In der qualmenden Stube liegt alles durcheinander, das Fenster ist auf das Dach geschleudert«. — Die Geschichte mag wahr

sein oder nur eine Anekdote. Richtig ist sicherlich, daß Justus die Apothekerlehre aufgab und seinen Vater drängte, seinem langgehegten Wunsch, Chemiker zu werden, nachzugeben.

Im Jahre 1820, mit 17 $\frac{1}{2}$  Jahren, bezog Liebig die Universität Bonn. Damals stand hier wie an anderen deutschen Universitäten das Studium der Geisteswissenschaften im Vordergrund, das Bildungsideal war ein rein humanistisches. Die Naturwissenschaften insgesamt, insbesondere die Chemie, kamen in Deutschland zu kurz, während sich gerade in diesem Fach in anderen Ländern ein enormer Aufstieg zeigte, wie mit wenigen Beispielen belegt werden kann. In Frankreich hatte *Lavoisiers* Wirken den Anstoß für die Entwicklung der Chemie gegeben, ihm folgten in Paris vor allem *Gay-Lussac* und seine Kollegen. In England seien nur die Namen *Priestley* und *Faraday*, in Schweden *Scheele* und *Berzelius* genannt.

Wenige Chemiker traten auch in Deutschland hervor, etwa die beiden *Gmelins*, aber Weltgeltung wie die Obengenannten hatten sie nicht. Insbesondere bildeten sie keine großen Schulen der Experimentierkunst. Den Studenten berichtete man nur in großen Zügen von den Ergebnissen der Forschung. Eine Experimentalvorlesung gab es nicht. Die Chemie galt eigentlich nicht einmal als selbständige Wissenschaft. Ihre Entwicklung wurde auch dadurch gehemmt, daß der Einfluß der Naturphilosophie außerordentlich groß war. Ihre Vertreter mißachteten das Experiment und waren nur auf große umfassende philosophische Konzeptionen aus. Ihre Weltbilder stellten sie auf, ohne genügende Kenntnisse der grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Natur zu haben, so daß die von ihnen entwickelten naturphilosophischen Systeme einer Nachprüfung durch das Experiment nicht standhalten konnten. Darauf, wie der damalige Kampf der Naturwissenschaft gegen die naturphilosophische Betrachtungsweise chemisch erklärbarer Phänomene sich heute auf dem Gebiet der Ernährungswissenschaft wiederholt, soll später noch eingegangen werden.

Im Sommersemester 1821 folgte der 18jährige Liebig seinem nach Erlangen berufenen Lehrer *Kastner* und fand in ihm einen außerordentlich wohlwollenden Förderer. Dieser empfahl ihn dem Großherzog von Hessen-Darmstadt mit dem Bemerkten, Liebig sei ein junger Wissenschaftler, dem man bald die Errichtung eines chemischen Institutes übertragen könne. Man möge ihm noch einige Monate Zeit für das Studium in Deutschland lassen und ihn dann für ein halbes Jahr zu den ersten Fachgelehrten Frankreichs nach Paris schicken. Dann könne es sicher ein Segen für das Land werden, wenn man ihm danach einen Lehrstuhl anvertraue. Dieser Empfehlung folgend, bewarb sich Liebig um ein Reisestipendium für einen Aufenthalt in Paris. Es berührt uns in unserer angeblich so schnelllebigen Zeit ganz merkwürdig, wenn man von dem Ärger Liebigs über die »ungeheuerlich schleppende« Behandlung seines Gesuches erfährt: Ein ganzer Monat habe zwischen Antragstellung und Bewilligung gelegen!



Im Sommer 1822 nimmt Liebig sein Studium in Paris auf. Die Sorbonne war damals die einzige Universität in der Welt, an der ein Chemiker sich in wirklich umfassender Weise ausbilden und die Zusammenhänge mit den übrigen Naturwissenschaften erlernen konnte. Eine Gruppe von mit exakter Methodik arbeitenden Naturwissenschaftlern, die alles Metaphysische, lediglich Spekulative verabscheuten, gab es nur in Paris. Hier wirkte der schon erwähnte Gay-Lussac, als Physiker ebenso bedeutend wie als Chemiker. Hier lehrten und forschten — um einige Namen zu nennen — der Physiker *Ampère*, der Zoologe *Cuvier*, der Astronom *Laplace* und an weiteren berühmten Chemikern Männer wie *Thenard* und *Chevreul*. Sie stellten hier die Spitzengruppe der naturwissenschaftlichen Forschung der Welt dar, wo schon Lavoisier die Jahrhunderte lang herrschende Lehre vom »Phlogiston« durch die Aufklärung der wirklichen Natur der Verbrennungsvorgänge entthront hatte. — Die Führungsrolle, die Paris damals in der Chemie inne hatte, wird durch nichts deutlicher als durch die Worte, mit denen in einer Geschichte der Naturwissenschaften das Kapitel über die Chemie begann: »La chimie est une science française«.

Der Chemiestudent Liebig erkannte sehr bald, daß er in Paris keineswegs in den vorgesehenen 6 Monaten alles das lernen würde, was er hier lernen konnte und sollte. Aus dem recht selbstsicheren jungen Chemiker, der ja aus Deutschland gekommen war in dem Glauben, schon viel zu wissen, wurde hier angesichts der Größe der Chemie in Lehre und Forschung ein ganz bescheidener kleiner Student. So schrieb er nach Hause: »Ich hoffe, noch 2 Jahre hier bleiben zu können, denn ohne diese bliebe ich ein Stümper.«

Gern und lange in Paris Chemie studieren zu wollen, wünschten außer Liebig auch viele andere Studenten aus aller Welt. Die Hörsäle waren diesem Ansturm bei weitem nicht gewachsen. Wollte man überhaupt einen Platz im Hörsaal finden, mußte man lange vor Beginn der Vorlesung im Hörsaal erscheinen. — »Ich glaubte, in Darmstadt gearbeitet zu haben«, geht es in dem genannten Brief weiter. »In Paris ist das tägliche Leben von morgens 7 bis Mitternacht.«

### *Erste wissenschaftliche Erfolge*

Im Sommer 1823 erbrachte Liebigs experimentelle Arbeit ein Ergebnis, das seinen Namen in der ganzen Chemie bekannt machte und seine Stellung in Paris grundlegend veränderte. Über diesen Erfolg schreibt er an seinen Vater: »Ich habe eine Säure gefunden, die aus der Einwirkung des Alkohols auf die Salpetersäure entsteht. Die Verbindung dieser Säure mit Metalloxyden konstituiert das Knallsilber, das Knallquecksilber und andere. Dann habe ich ein Knallkupfer, ein Knalleisen, ein Knallzink und viele andere entdeckt. Sachen, an denen sich die französischen Chemiker schon längst die Köpfe zerbrechen,

und mehrere Analysen, welche uns die Zusammensetzung dieser Materie ganz genau kennen lehrte.«

Der Wert, den man diesem wissenschaftlichen Ergebnis in Paris beimaß, wird dadurch belegt, daß über seine Arbeiten in einer Sitzung der Academie Française vorgetragen und ein Protokoll in das Jahrbuch der Akademie übernommen wurde. Doch diese Sitzung brachte noch etwas anderes mit sich, was sich für Liebig als von unschätzbbarer Bedeutung erwies: Die Bekanntschaft mit Alexander von Humboldt. Dieser hatte zu den Teilnehmern der Sitzung gehört und war durch eine sich anschließende persönliche Unterhaltung von Liebig so beeindruckt, daß er am 5. 2. 1824 an den Großherzog von Hessen den folgenden Brief schrieb (deutsche Übersetzung nach R. Blunck): »Wir haben den Vorzug gehabt, unter uns einen Ihrer Untertanen zu sehen, Monseigneur, der durch die Überlegenheit seines Talents, die ausgedehnten Kenntnisse in der Chemie und seinen Scharfsinn die lebhafteste Aufmerksamkeit des Institut Royal de France auf sich gezogen hat; der Dr. Liebig verbindet mit den Gaben des Geistes eine Liebenswürdigkeit des Charakters und Feinheit der Sitten, wie sie unter den Gelehrten seines Alters so selten ist. Wenn meine schwache Stimme von einigem Gewicht sein könnte, würde ich Eure Königliche Hoheit ergebenst bitten, Monsieur Liebig auch fernerhin die Gunst Ihrer besonderen Protektion andeihen zu lassen. Er wird ein Professor sein, der unserem Vaterlande Ehre macht, und die lebhafteste Erkenntlichkeit, von der ich durchdrungen bin für einen Souverän, der die Güte hat, ein so ausgezeichnetes Talent zu ehren, wird geteilt von meinen Kollegen an der Akademie, den Herren Gay-Lussac, Thénard u. a.«

Der Großherzog von Hessen folgte Humboldts Anregung und ernannte Liebig zum außerordentlichen Professor der Chemie an der hessischen Landesuniversität in Gießen. Zu dieser Zeit war Justus von Liebig erst 21 Jahre alt, hatte weder den Abschluß des Gymnasiums noch einen »inländischen« Doktor, sondern nur einen solchen von einer für Hessen »ausländischen« Universität: Die Universität Erlangen hatte ihm nämlich, als er in Paris war, auf Grund seiner Arbeit »Über das Verhältnis der Mineralchemie zur Pflanzenchemie« den Doktorgrad verliehen. Deshalb mußte sich Liebig, bevor er sein Amt in Gießen antrat, noch einer Formalität unterziehen, die uns heute geradezu lächerlich vorkommt: Zwei Gießener Professoren, die Ordinarien für Physik und Chemie, mußten ihn zur Bestätigung seines im »Ausland« erworbenen Doktordiploms im Fach Chemie prüfen. Da der Ordinarius für Chemie schon im darauffolgenden Sommer beim Baden in der Lahn ertrank, wurde das Ordinariat frei, und Liebig wurde auf den ordentlichen Lehrstuhl für Chemie berufen.

### *Beginn der Tätigkeit in Gießen*

Als »Chemisches Institut« erhielt Liebig das durch einen Säulenvorbau geschmückte ehemalige Wachlokal der Kaserne, das heute das Liebig-Museum

beherbergt. Das damalige Laboratorium beschreibt sein Schüler *Jakob Volhard* folgendermaßen:

»Auf dem Herd in der Mitte stehen einige kleine Öfen mit glühenden Kohlen; Gas gab es ja damals noch nicht, und die Weingeistflamme langte nur für kleine Gefäße. Da dampft in einer großen Porzellanschale eine kochende Brühe, dort destilliert man eine Säure aus einer mächtigen Glasretorte. Jetzt platzt die Retorte, und die Säure fließt auf die glühenden Kohlen. Im Augenblick erfüllt sich der Raum mit Qualm und ätzendem Dampf. Ventilation gibt es nicht, also schnell werden Fenster und Türen aufgerissen, und Meister und Gesellen flüchten ins Freie, bis sich der Qualm verzogen hat. Ob dem sensiblen Professor mit der schwächlichen Figur und dem vergeistigten Gesicht der Wechsel aus der Dampfbadhitze des Laboratoriums in die Winterkälte draußen wohl bekömmlich ist?«

In seiner Tätigkeit als Hochschullehrer ist für Liebig die Einheit von Forschung und Lehre eine Selbstverständlichkeit. Er war der Meinung, daß es keineswegs genüge — wie auch in naturwissenschaftlichen Fächern bisher allgemein üblich —, die Studenten nur in Vorlesungen zu unterrichten und sie über die Ergebnisse der Forschung nur zu informieren. Er ist vielmehr der Ansicht, daß sie selbst aktiv an experimentellen Arbeiten teilnehmen müßten. So führt er die Experimentalvorlesung ein. Doch soll dies nur der erste Schritt der Ausbildung sein. Nach Beherrschen der qualitativen und quantitativen Analyse wird der Studierende im Laboratorium zu selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten erzogen. Liebig ist es wichtig, nicht nur die Chemiker in Chemie auszubilden, sondern auch den Medizinern die notwendigen chemischen Kenntnisse zu vermitteln. Hierzu äußert er sich selbst später folgendermaßen: »Die Physiologie nahm keinen Anteil an den Fortschritten der Chemie, weil sie lange Zeit hindurch zu ihrer eigenen Förderung nichts von dieser Wissenschaft zu empfangen hatte, dieser Zustand hat sich seit 25 Jahren geändert. . . In der Hand des Physiologen muß die organische Chemie zu einem geistigen Hilfsmittel werden, mit dem er imstande sein wird, die Ursachen von Erscheinungen zu erforschen, die das leibliche Auge nicht mehr erkennt und wenn von den Resultaten, die ich in diesem Buch entwickelt oder angedeutet habe, nur ein einziges eine nützliche Anwendung zuläßt, so halte ich den Zweck, für den es geschrieben ist, für vollkommen erreicht. Der Weg, der dazu geführt hat, wird andere Wege bahnen, und dies betrachte ich als den höchsten Gewinn.« Manchen Mediziner zieht es dann auch zu Liebig, so den Kliniker *Wilhelm Leube* aus Würzburg, um bei ihm »chemisch denken« zu lernen.

#### *Naturwissenschaftliche Grundlagen der Ernährungswissenschaft*

Naturwissenschaftliches Denken wird auch heute noch, 150 Jahre später, vielen Medizinern schwer. Das zeigt die Vorliebe mancher Ärzte, in Prophylaxe und Therapie Emotionen und Spekulationen mehr Gewicht zu geben als ratio-

nalen naturwissenschaftlich begründeten Argumenten. Einige Beispiele aus Vergangenheit und Gegenwart mögen dies belegen:

Für die Herkunft der Bestandteile des Körpers von Tier und Pflanze und ihre Umsetzungen im Organismus hatte man vor Liebig als alles erklärende Ursache nur die »Lebenskraft« zur Hand. Das aber sagte Liebig nicht zu, er nannte die Naturphilosophie eine »falsche Göttin«, eine »Pestilenz«, und ihre Vertreter »Schwindler, die den ersten Grundsatz der Naturforschung und Philosophie, nur das Beweisbare und Bewiesene für wahr gelten zu lassen, auf die gewissenloseste Art verletzen«.

Wird man aber nicht allzu sehr an diese Beweisführung erinnert, wenn noch vor wenigen Jahren ein als erfolgreicher Therapeut angesehener deutscher Arzt schreibt, in der Ernährungsforschung müsse man drei Perioden unterscheiden: Die Kalorienlehre, die Lehre von den Nährstoffen und eine neue Ära, in der die »Lebendigkeit der Nahrung« als wichtigstes Qualitätsprinzip Berücksichtigung finde. Ähnliche Gedanken treten zutage, wenn man bei einem Vergleich über die Wirkung synthetischer und aus Naturprodukten isolierter Vitamine etwa liest, ein »synthetisches« Vitamin könne gar nicht die Wirkung eines »natürlichen« Vitamins haben, denn ihm fehle ja die »kosmische Energie göttlichen Ursprungs«.

In ihren Darlegungen über Natur, Qualität und Bekömmlichkeit der Lebensmittel gehen manche »Ernährungsexperten« davon aus, daß Mutter Natur die vom Menschen in seiner Kost genutzten Stoffe nur zu dem Zweck geschaffen habe, ihm als Nahrung zu dienen. Es wird behauptet, die Natur bringe mit voller Absicht, und zwar zum besten des Menschen, Nahrungsmittel hervor, die entweder reich an Kohlenhydraten oder eiweißreich seien. Es sei sicherlich ungesund, das, was die Natur getrennt habe, nämlich Kohlenhydrate und Eiweiß, gemeinsam zu verzehren. Aus solchen Gedanken heraus wird eine sogenannte »Trennkost« empfohlen, und man versucht sogar, sie naturwissenschaftlich zu begründen: »Die Verdauung der Eiweißnahrungsmittel, wie Fleisch, Fisch, Eier und Käse hängt in erster Linie von der Wirkung des Pepsins im Magensaft ab. Da Pepsin nur bei vorhandener Säure arbeitet, so handeln wir falsch, wenn wir zur selben Mahlzeit reichlich Eiweiß und Kohlenhydrate, also etwa Fleisch und Kartoffeln essen, denn die Stärkemehle verlangen Basen und die Eiweißstoffe verlangen Säure. Der Magen kann nicht beides zur gleichen Mahlzeit entwickeln, denn keine Flüssigkeit kann zur gleichen Zeit sauer und basisch sein, so wenig wie ein Zimmer zur gleichen Zeit hell und dunkel sein kann.«

Wenn der Ernährungswissenschaftler dann versucht darauf hinzuweisen, daß doch gerade die Milch als eine Mischung aller drei Hauptnährstoffe, Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate, ein gutes Beispiel gegen die Gültigkeit der These von der Trennkost sei, wird von ihren Anhängern darauf hingewiesen, die Milch sei natürlich eine Ausnahme.

Wenn derartige Aufsätze noch heute in medizinischen Zeitschriften zu lesen sind, so kann es einen nicht verwundern, wenn auch heute noch viele Ärzte lieber an naturphilosophische Erklärungsversuche glauben als sich mit für sie schwerverständlichen naturwissenschaftlichen Phänomenen zu befassen. Es ist dies wohl nur eins von den vielen Beispielen dafür, daß im Kampf zwischen Glauben und Wissen sehr oft der erstere den Sieg davon trägt.

### *Der Kampf um die Mittel*

Es ist spannend, zu verfolgen, wieviele sachliche Parallelen sich in den Verhältnissen an den Universitäten zur Zeit Liebig's und der Gegenwart ergeben. Es war nicht nur die Fülle der Hörsäle, der Numerus Clausus und das Unverständnis gegenüber manchen vom Lehrkörper selbst ausgehenden Reformbestrebungen. Auch im Verhältnis zur Ministerialbürokratie findet sich schon bei Liebig vieles von dem, was uns heute so großen Kummer bereitet: Zur Realisierung seiner Vorstellungen über die Verbesserung von Forschung und Lehre stellte Liebig geldliche Forderungen, die sich zweifellos nicht unmittelbar bezahlt machen konnten und deshalb von der damaligen Regierung nicht erfüllt wurden. Nach ihrer Auffassung sollte das Interesse der Universität vor allem darin bestehen, für die Praxis brauchbare Vertreter akademischer Berufe auszubilden. Erfreulicherweise konnte man damals wirklich gelegentlich sagen: »Hessen vorn«, denn die Regierung gab dem ständigen ungestümen Drängen Liebig's häufig nach, wenn es Liebig selbst auch manchesmal an den Rand seiner Geduld trieb. Im allgemeinen erhielt er das, was er zur Verbesserung von Forschung und Lehre oder auch zur Erhöhung seiner persönlichen Bezüge forderte. Und doch versagte auch damals — durch Nichtbewilligung einer relativ kleinen Forderung — die Regierung in einer kritischen Lage, als es darum ging, Liebig's Weggang nach München zu verhindern. 1851 hatte er einen Ruf nach Heidelberg erhalten und verlangte als »Bleibezulage« nichts an weiteren Sachmitteln für sein Institut und keine höhere Dotierung für sich selbst, sondern nur eine Besserstellung einiger seiner bewährten Mitarbeiter. Diese Liebig wirklich berechtigt erscheinenden bescheidenen Wünsche wurden aber von der Regierung zu langsam, zum Teil gar nicht erfüllt, so daß er sich in eine ständig zunehmende Erbitterung hineinsteigerte. Sein Freund, der Münchener Hygieniker Pettenkofer, erfuhr davon und sah eine Gelegenheit gekommen, Liebig nach Bayern zu ziehen. Er verständigte König Maximilian II., der Liebig selbst empfing und ihm so großzügige »Berufszusagen« machte, daß Liebig sich entschloß, dem Ruf nach München zu folgen. Nun wollte auch Hessen mit »Bleibezusagen« nachholen, was versäumt war, doch es war zu spät, Liebig ging zum Sommersemester 1852 nach München und nahm die Mitarbeiter, deren Besserstellung ihm in Gießen nicht gelungen war, mit dorthin.

Liebig war, wie viele bedeutende Naturwissenschaftler, ein fanatischer Kämpfer für Wahrheit und Sachlichkeit. Er war erfüllt von seinen Ideen und seiner Aufgabe und setzte sich für sie ein, oft, ohne das Menschliche beim anderen zu berücksichtigen. In wissenschaftlicher Hinsicht war er ein kompromißloser Polemiker. Auf diese Weise hat er sich in seinem Leben sehr viel mehr Feinde als Freunde geschaffen. Oft konnte er einfach nicht fassen, daß das, was er sagte und schrieb, den Eindruck persönlicher Gehässigkeit erweckte. So schrieb er 1833 an Berzelius: »Ich habe den Augiasstall der Journale gefegt und bin bei dem Dreinschlagen unter den Bücherdieben in eine sehr schmutzige Pfütze geraten. Ich habe die Erfahrung gemacht, daß mein offen ausgesprochener Haß gegen die Lüge und den Betrug in der Wissenschaft nur als Vergnügen, anderen wehe zu tun und zu schaden, als persönliche Leidenschaftlichkeit, als Arroganz und Eitelkeit ausgelegt worden ist. Ich habe nie gefragt, wird es dir nützen, wird es dir schaden, ich habe wohl gefühlt, daß ich mich selbst zum Opfer werde bringen müssen.«

Doch auch der ihm zunächst so wohlgesonnene Berzelius wurde später einer seiner stärksten Widersacher, wobei der Grund hierfür nicht ganz klar war. Verstand Berzelius Liebigs Forschungsergebnisse nicht und widersprach er seinen Thesen in einer Weise, die Liebig als Feindschaft auslegte? Oder ließ Liebig, der den älter werdenden Berzelius zweifellos wissenschaftlich übertrug, ihn die Überlegenheit in taktloser Weise spüren? Jedenfalls zerbrach die fast 20 Jahre währende Freundschaft so restlos, daß Berzelius den Namen Liebigs in seinen Memoiren nicht einmal erwähnte (Blunck).

Allen Stürmen hingegen trotzte die Freundschaft zwischen Liebig und dem etwa gleichaltrigen Göttinger Chemiker Wöhler. Mit beider Namen sind Arbeiten über Harnsäure und Benzoyl-Verbindungen und manches andere verknüpft. Wöhler wurde berühmt durch die Harnstoffsynthese, eine Entdeckung, die als Überwindung der Grenze zwischen anorganischer und organischer Chemie anzusehen ist. Über die Zusammenarbeit mit ihm schreibt Liebig: »Neidlos und ohne Eifersucht, Hand in Hand, verfolgten wir unseren Weg, wenn der eine Hilfe brauchte, war der andere bereit. Man wird eine Vorstellung von diesem Verhältnis gewinnen, wenn ich erwähne, daß viele von unseren kleineren Arbeiten, die unseren Namen tragen, von einem allein sind; es waren reizende kleine Geschenke, die einer dem anderen machte.«

Als Beleg für die Freundschaft zwischen den beiden sei kurz über eine Episode berichtet, die mit dem Plan der Schaffung von Büsten berühmter Naturwissenschaftler zusammenhängt. Liebig schreibt hierüber von München aus am 28. 6. 1868 an Wöhler: »An unser neues Polytechnikum kommt ein Kranz von Medaillons der berühmtesten Physiker, Mathematiker, und über den Eingang des Chemischen Instituts sollen zwei Marmorbüsten, Liebig und Wöhler,

wovon die erstere bereits im Modellieren begriffen und nahezu fertig ist. Es handelt sich jetzt um die Deinige, zu welcher es notwendig ist, wenigstens drei- bis viermal zu sitzen. Sie wird von Fräulein Ney, einer Künstlerin ersten Ranges, gemacht, deren Büsten (Bismarck, Garibaldi, Grimm, Mitscherlich etc.) große Berühmtheit haben. Fräulein Ney wünscht nun zu wissen, wann Du von Göttingen weg kannst; Du möchtest es doch einrichten, Anfang August hier zu sein. Ich weiß, daß Dir dies nicht angenehm ist, aber es geht doch einmal nicht ohne Dich, und eine gute, lebensgroße Büste von Dir ist schon etwas wert, und ich bin stolz darauf, an Deiner Seite zu stehen.«

Wöhler antwortet schon zwei Tage später: »Du machst wohl Spaß, daß ich nach München kommen soll, um modelliert zu werden für eine Marmorbüste, die im Polytechnikum neben der Deinigen aufgestellt werden soll. Du willst nur hören, ob ich eitel genug bin, an so etwas zu glauben. Wie sollte ich zu solcher Auszeichnung kommen. Aber angenommen, es sei wirklich Dein Ernst, so würde ich sagen, daß ich mit Vergnügen zu einer solchen Abconterfeigung meines Kopfes sitzen würde, so wenig auch mein schlechtes Gesicht, künstlerisch betrachtet, sich dazu eignet. Ich würde mich um so eher dazu verstehen, daß auch Hofmann meine Gipsbüste für sein neues Laboratorium zu haben wünscht.« — Beide Büsten fanden ihren Platz über dem Eingang des Chemischen Instituts der Münchener Technischen Hochschule. Eine Kopie wurde meinem Institut geschenkt, schmückt die Wand unseres Vorlesungsraumes und wacht als »guter Hausgeist« darüber, daß wir versuchen, den Forderungen Liebig's für Forschung und Lehre zu entsprechen\*.

### *Liebig's wissenschaftliches Werk*

#### *a) Allgemeines*

Daß auch vor der Zeit Liebig's schon zahlreiche Einzelbeobachtungen und chemische Kenntnisse über Tatsachen der Ernährungswissenschaft vorlagen, sei nicht bestritten. Dies führte dazu, daß viele seiner Widersacher sagten, was in Liebig's Schriften richtig sei, sei nicht neu, was man aber an Neuem lese, sei nicht richtig. Zweifellos hat auch Liebig bisweilen geirrt, vielfach hat auch er auf Beobachtungen und Erkenntnissen früherer Forscher fußen können. Doch wirklich bleibenden Wert hat vieles von diesem erst dadurch gewonnen, daß Liebig es zusammenfaßte und in eine große Konzeption einordnen konnte. Liebig hat seine Rolle hierbei selbst einmal sehr anschaulich geschildert:

»In meiner Agrikulturchemie habe ich versucht, in ein dunkles Zimmer ganz einfach ein Licht zu stellen. Alle Möbel waren darin vorhanden, auch Werkzeuge und Gegenstände der Bequemlichkeit und des Vergnügens; aber alle

\* Für die Überlassung zahlreicher Unterlagen über Liebig und insbesondere das Geschenk der Büste sei Frau Dr. Miedel, Bad Homburg, auch an dieser Stelle gedankt.

diese Dinge waren für die Gesellschaft, die dieses Zimmer zu ihrem Nutzen und Vorteil gebrauchte, nicht klar und deutlich sichtbar. Tappend und aufs Geradewohl fand der eine einen Stuhl, der andere einen Tisch, der dritte ein Bett, in dem er es sich so behaglich wie möglich machte. Allein die Harmonie der Einrichtung und ihr Zusammenhang war für die meisten Augen verborgen. Nachdem nun jeder Teil von dem, — wenn auch schwachen — Lichte empfangen hatte, so schrieen nun viele, daß das Licht in dem Zimmer nichts Wesentliches geändert habe, der eine hatte dies, der andere jenes schon erkannt und benutzt, zusammen hatten alle das Vorhandene schon gefühlt und betastet. Die Chemie, dieses Licht der Erkenntnis, wird aber ohne Nachteil aus diesem Raume nicht mehr entfernt werden können. Dieser Zweck ist völlig erreicht.«

#### *b) Energiestoffwechsel*

Liebigs großes Verdienst für die Ernährungswissenschaft liegt darin, daß erst er die Rolle der Chemie im biologischen Geschehen bei Mensch, Tier und Pflanze, die Bedeutung der Nährstoffe für Aufbau und Funktion richtig erkannt hat. Auf Grund ihrer chemischen Charakteristika und nach ihrer Funktion im Organismus teilte er die Nahrungsmittel und ihre Bestandteile in zwei Gruppen: »Wir wissen, daß die Speisen von Mensch und Tier in zwei große Klassen zerfallen, die eine zur eigentlichen Ernährung und Neubildung der festen Teile ihres Leibes, die zweite hingegen zur Vermittlung dieser Prozesse und zu anderen Zwecken. Eine Messerspitze Mehl ist in Beziehung auf die Blutbildung nahrhafter als fünf Maß des besten bayerischen Bieres.« — So unterschied er die »plastischen« Nährstoffe (Eiweiß bzw. andere N-haltige Substanzen) von den Nährstoffen für Atmung und Leistung (Kohlenhydrate und Fette). Über ihre Bedeutung für die Energieproduktion äußert sich Liebig wie folgt: »In verschiedenen Klimaten wechselt die Menge des in den Körper tretenden Nahrungsstoffes nach der Temperatur der äußeren Luft. Mit dem Wärmeverlust durch Abkühlung steigt die Menge des eingeatmeten Sauerstoffs. Es ist klar, daß der Wärmeersatz bewirkt wird durch die Wechselwirkung der Bestandteile der Speisen, die sich mit dem eingeatmeten Sauerstoff verbinden. Um einen trivialen aber deswegen nicht minder richtigen Vergleich anzuwenden, verhält sich in dieser Beziehung der Tierkörper wie ein Ofen, den wir mit Brennmaterial versehen. Gleichgültig, welche Formen die Speisen nachher im Körper annehmen, geht ein Teil ihrer Bestandteile als Kohlenstoff in die Kohlensäure, andere als Wasserstoff in Wasser über. Stickstoff und unverbrannter Kohlenstoff werden in Harn und Kot abgeschieden. Um eine konstante Temperatur im Ofen zu haben, müssen wir, je nachdem die äußere Temperatur wechselt, eine ungleiche Menge von Brennmaterial einschieben.«

Diesen Vergleich der Aufrechterhaltung der tierischen Wärme mit einem Ofen legten manche seiner Zeitgenossen so aus, als ob Liebig glaube, die Brenn-



stoffe würden einfach ins Blut aufgenommen und dort verbrannt wie Öl in der Lampe oder Kohle in der Dampfmaschine. Doch so primitiv dachte er natürlich nicht, wenn ihm auch Einzelheiten über die Stoffwechselprozesse unbekannt waren. Er neigte dazu, komplizierte Vorgänge übermäßig vereinfacht darzustellen. Dies erregte das Interesse vieler Hörer, reizte aber auch seine Umgebung zu Widerspruch. Doch dies hatte nur den Vorteil, daß Liebig selbst oder seine Schüler sich zu eingehenderem Studium oder zu besserer Definition gezwungen sahen.

Fragen von Energieumsatz und Stoffwechsel wurden dann in der Mitte des 19. Jahrhunderts in München von einer Gruppe von Liebigs Schülern weiterverfolgt. Ihre zentrale Figur war der Physiologe Carl Voit, der 1865 die Situation der Stoffwechselforschung wie folgt schildert:

»Die Verhältnisse der Zersetzungen im Körper können unmöglich ganz einfacher Natur sein, denn jedes Resultat ist durch eine größere Anzahl von Bedingungen, deren Einfluß einzeln gewürdigt sein will, hervorgebracht. Immer unter anderen Bedingungen angestellte und variierte Experimente ließen uns endlich den Wert, mit dem eine bestimmte Bedingung eingriff, erkennen und schließlich eine Harmonie in die vielen scheinbar sich widersprechenden Ergebnisse der Versuche bringen.«

Carl Voit (1831–1903) hatte in München einen Lehrstuhl für Physiologie inne. Sein Laboratorium galt für ein Vierteljahrhundert als Mekka für die Forscher, die sich für Fragen des Stoffwechsels und der Ernährung interessierten. Zu seinen Schülern gehörten so bedeutende Männer wie der Kliniker *Friedrich von Müller* und der Hygieniker und Physiologe Max Rubner sowie Amerikaner wie *Graham Lusk* und *Wilbur Olin Atwater*, die und deren Schüler für den großen Aufschwung verantwortlich waren, den die Ernährungsforschung schon bald in den USA nahm.

### c) Nährstoffe

Voit war wohl auch der erste, der auf den Vorteil des Arbeitens mit definierten, aus reinen Nährstoffen bestehenden Kostformen hinwies: »Zweifelloos würde es das beste für experimentelle Stoffwechselstudien sein, wenn man chemisch reine Nahrungsbestandteile verfüttern könnte, z. B. reines Eiweiß, Fett, Zucker, Stärke und Aschenbestandteile bzw. Mischungen dieser Nährstoffe. Da aber Mensch und Tier es nur selten aushalten, solche geschmacklosen Mischungen als einzige Nahrung zu erhalten, ist es in den meisten Fällen notwendig, Nahrungsmittel zu verabreichen, so, wie sie von der Natur dargeboten werden. Dennoch sollte es möglich sein und wäre höchst erwünscht, wenn man die mit natürlichen Nahrungsmitteln erzielten Ergebnisse mit reinen Nährstoffen wiederholen könnte, obgleich die Ergebnisse vielleicht gar nicht grundsätzlich unterschiedlich sein werden.«

Zu Voits Zeiten wußte man noch nichts von Vitaminen, kannte nur die wichtigsten Mineralstoffe, die Bedeutung der Spurenelemente dagegen war so gut wie unbekannt. Dennoch sollte sich Voits prophetische Voraussage der Möglichkeit des Experimentierens mit nur aus reinen Nährstoffen bestehenden Kostformen nach einigen Jahrzehnten als richtig erweisen. An Laboratoriumstieren, besonders an Mäusen und Ratten, sind unzählige derartige Versuche angestellt und mit Erfolg durchgeführt worden. Daß aber selbst an landwirtschaftlichen Nutztieren ein Experimentieren mit aus reinen Nährstoffen bestehendem Futter möglich ist, haben die über viele Jahre durchgeführten Versuche des finnischen Nobelpreisträgers *Artturi Virtanen* gezeigt. Vor einigen Jahren hatte ich das Glück, Virtanen selbst zu begegnen, als er auf seiner Versuchsfarm eine Reihe von Rindern demonstrierte, die er seit vielen Jahren nur mit gereinigten Kostformen fütterte: Sie erhielten ein aus großen weißen »Tabletten« bestehendes Futter, das Stärke, Zellulose, die bekannten Mineralstoffe und Vitamine sowie als Stickstoffquelle im wesentlichen Harnstoff oder anorganische N-Verbindungen enthielt. Die Tiere machten einen gesunden Eindruck, ihre Milchleistung lag mit 3—5000 Litern in der Größenordnung der von konventionell gehaltenen Rindern, einige hatten gesunde Kälber geworfen. Der einzige Unterschied, den der Beobachter feststellen konnte, war der, daß die Exkremente nicht die übliche grüne Farbe aufwiesen, sondern eher denen glichen, die ein Mensch bei sich beobachtet, wenn er zur Röntgenuntersuchung des Magen-Darm-Kanals einen Kontrastbrei geschluckt hat.

So hat die Ernährungswissenschaft seit der Zeit Liebig's große Fortschritte gemacht. Man kann vielleicht sogar sagen, daß sie alle *lebenswichtigen* Nährstoffe kennt. Dennoch sind wir sicherlich noch weit davon entfernt, genaue Vorstellungen über den Optimalbedarf und das optimale Mischungsverhältnis der verschiedenen Nährstoffe zu haben. Außerdem müssen wir mit der Möglichkeit rechnen, daß uns über die Funktionen vieler Nährstoffe noch unendlich viel Neues bekannt werden wird.

#### d) Eiweiß

Liebig's besonderes Interesse galt den stickstoffhaltigen Substanzen der Nahrung, den plastischen Nährstoffen. Seine Gedanken über die Bedeutung von Eiweiß in der Ernährung bei Tieren basieren ganz wesentlich auf Erkenntnissen des holländischen Chemikers G. J. Mulder, wenngleich Liebig selbst dies oft nicht wahrhaben wollte und gegen Mulder in häufig nicht sehr erfreulicher Weise polemisierte. Mulder hatte als erster die Bedeutung von Eiweiß in Brot und anderen Nahrungsmitteln postuliert und war der Meinung, daß diese Nahrungsbestandteile im Körper leicht ausgenutzt und ohne wesentliche Veränderungen eingebaut werden könnten. Liebig hat diese Ideen übernommen und sie bekannt gemacht. Von ihm stammt die Erkenntnis, daß der Eiweißge-

halt der Nahrungsmittel aus ihrem N-Gehalt erschlossen werden kann. Dazu schreibt Liebig in einem seiner »Chemischen Briefe«:

»Die chemische Analyse hat dargetan, daß Fleischfibrin und Blutalbumin die nämlichen Elemente in denselben Verhältnissen enthalten. Das Blut als ganzes betrachtet besitzt die nämliche Zusammensetzung wie das Fleisch. In dem Fleisch ist demnach eine der Hauptbedingungen für die Blutbildung vorhanden. In der Milch finden wir in dem Casein einen Stoff, welcher gleich dem Albumin Schwefel und Stickstoff enthält. Es ist hiernach klar, daß im Casein der Milch das junge Tier den Großbestandteil seines Blutes in einer anderen, sicher aber in der für die Entwicklung seiner Organe geeigneten Form empfängt. — Die Ernährung der Fleischfresser und des Säuglings ist uns nach diesen Erfahrungen verständlich. Die Fleischfresser leben vom Blut und Fleisch der Gras und Körner fressenden Tiere. Dieses Blut und Fleisch ist identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eigenen Blut und Fleisch. Der Säugling empfängt sein Blut von dem Blute seiner Mutter. In chemischem Sinne kann man also sagen, daß das fleischfressende Tier zur Fortdauer seines Lebens sich selbst, der Säugling zu seiner Ausbildung seine Mutter verzehrt. — Ganz verschieden von Fleischfressern ist der Ernährungsprozeß der pflanzenfressenden Tiere. Ihre Nahrung besteht aus Vegetabilien, die in ihrer Form und Beschaffenheit nicht die geringste Ähnlichkeit weder mit Milch noch mit Fleisch besitzen. Die Frage nach dem Grund ihrer Ernährungsfähigkeit war in der Tat ein scheinbar unauflösliches Rätsel. Doch dieses Rätsel ist mit Bestimmtheit und Sicherheit von der Chemie gelöst: Es hat sich herausgestellt, daß alle Teile von Pflanzen, welche Tieren zur Nahrung dienen, gewisse eigentümliche Bestandteile enthalten. Diese Bestandteile sind in vorzüglicher Menge enthalten in den Samen der Getreidearten, in den Erbsen, Linsen und Bohnen, in Wurzeln und in den Säften der sogenannten Gemüsepflanzen.«

#### *e) Mineralstoffe — Künstliche Düngung*

Liebigs Erkenntnisse in ihrer Bedeutung für die Ernährungswissenschaft bezogen sich nicht nur auf die sogenannten Hauptnährstoffe, also Eiweiß und Kalorienträger. Die Gruppe von Nährstoffen, auf deren Bedeutung für das Wachstum von Pflanze und Tier er vielmehr zuerst hingewiesen hatte, waren die Mineralstoffe. Bei der chemischen Analyse der verschiedenen Pflanzenteile, der Samen, Früchte, Wurzeln und Blätter machte Liebig die wichtige Feststellung, daß die Zusammensetzung ihrer Asche nicht etwa mehr oder weniger zufällig sei und im wesentlichen von den Bestandteilen des Bodens abhing, auf dem die Pflanzen wuchsen. Er wies vielmehr nach, daß in den verschiedenen Pflanzenteilen im großen und ganzen, unabhängig vom Standort, immer wieder die gleichen Elemente vorkamen. Daraus folgert er, daß diese in der Asche nachweisbaren Mineralstoffe für die Pflanzenernährung das gleiche darstellen, was die Nahrungsmittel für den Menschen und das Futter

für die Tiere bedeuten. Ein Boden sei dann fruchtbar, wenn er viele von diesen für die Pflanze notwendigen Nährstoffen aufweise, unfruchtbar aber, wenn er nur wenige Nährstoffe enthalte. Man könnte einen unfruchtbaren Boden fruchtbar gestalten, wenn man den Nährstoffgehalt in ihm vermehre. Liebig's »Mineraltheorien« über die Ernährung der Pflanzen brachte ihn zwanglos zu seiner Düngungstheorie und zur Bekämpfung dessen, was er »Raubwirtschaft« nannte. Er wies auf die große Gefahr für die Produktivität der Landwirtschaft und die Ernährung der Völker hin, die ein solcher »Raubbau« zur Folge haben könnte. Liebig's Rechnung sah etwa folgendermaßen aus: Mit den geernteten landwirtschaftlichen Produkten hat man alle die in ihnen enthaltenen mineralischen Stoffe dem Boden entzogen. Da aber mit dem Stallmist keineswegs die gleiche Menge an diesen mineralischen Bestandteilen dem Acker wieder zugeführt wird, verarmt der Boden bald mehr an diesem, bald mehr an jenem mineralischen Bestandteil, je nach dem Gehalt der geernteten Produkte und abhängig von den Mineralstoffvorräten des betreffenden Bodens. Will man seine Fruchtbarkeit erhalten, so müssen alle ihm geraubten Bestandteile voll ersetzt werden. Will man einen Boden, dessen Gehalt an bestimmten Aschebestandteilen nicht optimal ist, fruchtbarer gestalten, muß man seinen Gehalt an den betreffenden mineralischen Nährstoffen sogar noch erhöhen.

Eine solche Betrachtungsweise war zur Zeit Liebig's völlig neu. Kein Wissenschaftler, geschweige denn ein Bauer hatte je darüber nachgedacht, daß man mit den geernteten landwirtschaftlichen Produkten dem Boden die in ihm enthaltenen Mineralstoffe entzog. Niemand hatte an ihren Ersatz gedacht. So mußte zwangsläufig Ackerboden auf der ganzen Welt, wo man Landwirtschaft betrieb, verarmen. Daß dies im Laufe der Geschichte immer wieder und überall erfolgt war, bewies Liebig an zahlreichen Beispielen. In seiner dramatischen Darstellungsweise faßte er seine Gedanken folgendermaßen zusammen: »In seinen Feldfrüchten verkauft der Landwirt sein Feld; er verkauft in ihnen gewisse Bestandteile der Atmosphäre, welche seinem Boden von selbst zufließen, und gewisse Bestandteile des Bodens, welche sein Eigentum sind und die dazu gedient haben, aus den atmosphärischen Bestandteilen den Pflanzenleib zu bilden, von dem sie selbst Bestandteile ausmachen; indem er diese Feldfrüchte veräußert, raubt er dem Felde die Bedingungen ihrer Wiedererzeugung; eine solche Wirtschaft trägt mit Recht den Namen einer Raubwirtschaft.« Liebig war keiner der Wissenschaftler im »Elfenbeinturm«, dem es genügte, die Erkenntnisse gewonnen zu haben, ohne sich um die Verwertung in der Praxis zu kümmern. Er fügte vielmehr seinen Erkenntnissen gleich Vorschläge für die praktische Anwendung bei: Es genüge nicht, den Boden mit Stallmist zu düngen, vielmehr müsse man auf Grund der analytisch erfaßten Mineralstoffverluste dem Boden die Stoffe in Form eines »künstlichen Düngers« wieder zuführen, die ihm entzogen waren, die er zur Erhaltung der Fruchtbarkeit brau-

che. Liebig machte sich sofort ans Werk, einen derartigen »Patentdünger« zu schaffen und seine Einführung durchzusetzen. Es ergaben sich dabei zweierlei praktische Aufgaben: Einmal mußte auf wissenschaftlicher Grundlage eine Kunstdüngerindustrie ins Leben gerufen werden, zum anderen mußte man versuchen, dem Bauern diese neuen Erkenntnisse zu vermitteln, damit er sie auch anzuwenden verstand.

### *Künstliche Düngung*

Welche Bedeutung die Verwendung von Kunstdünger — besser gesagt: Handelsdünger — in den letzten fünf Jahrzehnten gewonnen hat, soll durch einige Zahlen deutlich gemacht werden, die ich Veröffentlichungen und verschiedenen Berichten der »Food and Agriculture Organization« (FAO) der Vereinten Nationen entnehme:

Der Weltverbrauch an Handelsdünger betrug 1920 3,5 Millionen t, 1947 9,6 Millionen t und 1965 40 Millionen t. Von diesen Mengen wurden 1965 89% in den hochtechnisierten, nur 11% in den Entwicklungsländern verbraucht.

Doch gerade in Entwicklungsländern wäre eine umfangreichere Verwendung besonders angebracht, wie die Verhältnisse z. B. in Indien zeigen. Hier wurden vor einigen Jahren in verschiedenen Teilen des Landes mehr als 300 000 Bodenproben untersucht. Sie zeigten, daß 65% der Böden einen zu geringen Gehalt an Stickstoff und Phosphor, 64% an Kalium haben. Schon hieraus ergibt sich, daß eine vermehrte Zufuhr von Handelsdünger die Produktion wesentlich ansteigen lassen müßte.

Dafür, daß dies in Entwicklungsländern in der Tat erreicht werden kann, seien als Beispiel einige Zahlen aus dem »Fertilizer Programme« der FAO gebracht: In der Türkei wurde bei Mais durch Anwendung von 120 kg Handelsdünger pro Hektar eine 85%ige Ertragssteigerung beobachtet. Handelsdüngermengen von 44–52 kg/ha ergaben in Ghana bei Reis eine etwa 50%ige, in Ecuador bei Kartoffeln eine etwa 70%ige und im Libanon bei Weizen sogar eine über 100%ige Ertragssteigerung. Diese Produktionserhöhungen wurden erzielt, obwohl man nur das örtlich erreichbare Saatgut verwendete. Bei Verwendung besseren Saatguts — wie es jetzt im Verlauf der sogenannten Grünen Revolution zur Verfügung steht — hätte man unter gleichzeitiger Anwendung von Handelsdünger zweifellos noch sehr viel höhere Ertragssteigerungen erzielen können.

Es ist wohl nicht zu niedrig geschätzt, wenn man etwa die Hälfte der seit Justus von Liebig, also der in den letzten 150 Jahren erzielten landwirtschaftlichen Ertragssteigerung auf die Anwendung von Handelsdünger zurückführt. Wenn man sich nun klar macht, daß die Entwicklungsgebiete, in denen zwei Drittel der Menschheit leben, zusammen nur etwas mehr als ein Zehntel der

Weltproduktion an Handelsdünger verwenden, kann man abschätzen, was hier noch an Produktionsreserven mobilisiert werden könnte.

f) Makro- und Mikroelemente (Spurenelemente)

Wenn Liebig und seine Zeitgenossen von Erdbestandteilen oder mineralischen Nährstoffen sprachen, so meinten sie damit im wesentlichen Natrium, Kalium, Kalzium und Phosphor. Diese Stoffe reihen wir heute, da sie in Gramm-Mengen im Organismus vorkommen, in die Gruppe der sogenannten Makroelemente ein. Aber nicht einmal alle zur Gruppe der Makroelemente zu rechnenden anorganischen Nährstoffe waren zu Liebigs Zeiten bekannt, bei einigen wurde die Bedeutung erst Jahrzehnte später deutlich. So scheint 1920 der Amerikaner B. Denis der erste gewesen zu sein, der durch seine Magnesium-Analysen im Blutplasma auf die Lebensnotwendigkeit dieses Elementes aufmerksam machte. Das Vorkommen der genannten Makroelemente in praktisch allen Nahrungs- und Futterbestandteilen machte es außerordentlich schwierig, *quantitative* Vorstellungen über den Bedarf an diesen Stoffen zu erhalten. Genaue Einzelheiten darüber sind daher erst in den letzten Jahrzehnten bekannt geworden, nicht lange, bevor auch exakte Kenntnisse über weitere anorganische Bestandteile der Nahrung gewonnen wurden: die Spurenelemente.

Als Spurenelemente werden solche anorganischen Nährstoffe zusammengefaßt, die in der Nahrung und im lebenden Organismus, also bei Mensch, Tier und Pflanze, nur in kleinen Mengen, d. h. in »Spuren« vorkommen.

Die Entscheidung darüber, ob ein Spurenelement lebensnotwendig ist oder nicht, machen sich manche Leute recht einfach, indem sie eine »Allgegenwartstheorie« aufstellen, die besagt, daß das Vorhandensein eines Elements im Organismus doch schon Beweis genug dafür sei, daß dieses Element auch für die Aufrechterhaltung des Lebens oder bestimmter Funktionen notwendig sei. Eine solche Beweisführung hält selbstverständlich einer naturwissenschaftlich-kritischen Denkweise nicht stand. Als Beweis für die Bedeutung eines Spurenelements für Leben, Gesundheit und Leistungsfähigkeit ist der Nachweis dafür zu fordern, daß ein Fehlen des betreffenden Stoffes in der Nahrung zu bestimmten spezifischen Ausfallerscheinungen führt und daß die Zufuhr dieses Elements — wenn auch in sehr kleinen Mengen — die betreffenden Symptome beseitigt oder verhütet.

Als lebenswichtig für Mensch und Tier gelten heute die folgenden Spurenelemente: Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän, Zink, Jod und Kobalt. Die beiden letztgenannten Stoffe braucht die Pflanze nicht, dafür benötigt sie ein anderes Spurenelement, das Bor. Darüber hinaus fördern das Wachstum — jedenfalls der Ratte! — Fluor, Silicium, Zinn und Vanadium (*Schwarz*).

Auf die Bedeutung der Spurenelemente sei deshalb näher eingegangen, weil gerade hier der sich von Liebig zur modernen Ernährungswissenschaft span-

nende Bogen besonders deutlich wird. Liebig legte den Grund für unsere Kenntnisse über anorganische Nährstoffe allgemein. Von der Rolle der Spurenelemente, die ja auch zu den anorganischen Nährstoffen gehören, wußte er noch nichts. Sie sind aber in der Gegenwart im Brennpunkt des Interesses der Ernährungswissenschaft. Hier gilt es besonders, das von Liebig aufgestellte Gesetz des Minimums zu beachten. Diesem muß man — insbesondere für die Spurenelemente — das von dem Franzosen *Gabriel Bertrand* aufgestellte Gesetz der optimalen Nährstoffkonzentration an die Seite stellen. Bertrand demonstrierte die Gültigkeit dieses Gesetzes am Beispiel der Bedeutung von Mangan für die Pflanze: Eine geringe Konzentration stimuliert das Wachstum, eine größere garantiert die optimale Funktion, ein Überschuß kann toxisch sein. Genau genommen gilt dieses Gesetz natürlich auch für die Makronährstoffe, beispielsweise das Natrium: Der Körper braucht es und nimmt von diesem Element in Form des Kochsalzes täglich mehr als ein Gramm auf. Zu hoch darf die Zufuhr freilich auch nicht sein, denn durch eine übergroße Gabe von Kochsalz kann man einen Menschen relativ schnell umbringen. Bei den Makroelementen sind jedoch die Unterschiede zwischen der notwendigen Menge einerseits und toxischen Mengen andererseits so groß, daß eine Vergiftung mit ihnen praktisch kaum in Frage kommt. Ganz anders ist dies bei den Spurenelementen, wo optimale und toxische Konzentrationen oft dicht beieinander liegen.

Wenn man als Test für die Essentialität eines Spurenelements Tod oder Wachstumsbeschränkung nimmt, gilt nach dem heutigen Stand des Wissens zweifellos die obengenannte Liste. Will man aber Spurenelemente auch dann als essentiell bezeichnen, wenn ihr Fehlen zwar nicht das Leben, aber doch den normalen Ablauf bestimmter Funktionen gefährdet, müßte man u. a. Fluor und (nach *W. Mertz*) auch Chrom zu den essentiellen Spurenelementen rechnen. Aufklärung über den Wirkungsmechanismus und auch darüber, ob wir noch weitere Spurenelemente als funktionsfördernd anzusehen haben, wird uns erst weitere Forschung geben können.

#### *Liebigs Vorstöße in die angewandte Ernährungswissenschaft und in die Ernährungspraxis*

1846—1848 arbeitete Liebig an einem praktischen Problem; der Gewinnung von »Liebigs Fleischextrakt«. Er beschreibt ihn folgendermaßen: »Der Fleischauszug, nach dem Aufkochen von Blutfarbstoff und Fleischalbumin befreit, besitzt den aromatischen Geschmack und alle Eigenschaften der durch Kochen des Fleisches bereiteten Fleischbrühe. Beim Abdampfen, selbst in gelinder Wärme, färbt er sich dunkel, zuletzt braun und nimmt einen Bratengeschmack an; zur Trockne gebracht bleiben 12 bis 13% des Fleisches (trocken gedacht) einer braunen, etwas weichen Masse, welche in kaltem Wasser leicht löslich ist und, in etwa 32 Teilen heißen Wasser gelöst, nach Zusatz von etwas

Kochsalz, diesem Wasser den Geschmack und alle Eigentümlichkeiten einer vortrefflichen Fleischbrühe gibt. Die Intensität des Geschmacks des trockenen Fleischextrakts ist sehr groß; kein Hilfsmittel der Küche ist demselben vergleichbar an würzender Kraft.« — Nach dieser Entdeckung vergingen 15 Jahre, bis sich die Ernährungsindustrie dieses Produktes in etwas größerem Umfang annahm, so daß Liebig aus dieser Arbeit auch einen materiellen Gewinn zog. Zu der Erfindung eines ähnlichen Produktes brachte ihn die lebensgefährliche Erkrankung der Tochter eines Freundes. Als sie völlig appetitlos war und keinerlei Speise und Trank mehr aufnehmen oder auch nur verdauen konnte, scheint ein von Liebig dargestellter vorverdauter Fleischsaft lebensrettend gewirkt zu haben. Eine industrielle Verwertung, wie sie sich beim Fleischextrakt ergab, erfolgte hier nicht. Welchen Wert Liebig dieser »Erfindung« dennoch zumaß, zeigt ein Brief, den er der einstigen Patientin viele Jahre später schrieb: »Deine Krankheit, die uns damals so viel Kummer und Sorge verursachte, hat sich in der Tat in Segen verwandelt; denn durch Deine Suppe sind seitdem viele Leben gerettet, und gerade jetzt hat unsere liebe Agnes, die, wie Du weißt, lange schwer krank gewesen ist, ein ganzes Jahr lang einzig und allein von der Suppe existiert, der Ihr beide Eure Rettung verdankt.«

Ein erfreulicher Nebeneffekt dieser Vorstöße in die Ernährungspraxis war das zunehmende Interesse, das Liebig der Ernährung des Menschen und der chemischen Zusammensetzung der Hauptnahrungsmittel entgegenbrachte. So widmete er sich 1864, als zwei seiner Enkelkinder von ihrer Mutter nicht gestillt werden konnten, der Herstellung eines Ersatzes für Muttermilch. Dabei entstand aus einer Mischung von Kuhmilch, Weizen und Maismehl mit einem Zusatz von einigen Mineralstoffen eine »Säuglingssuppe«, über deren Erfolg Liebig seinem Freunde Wöhler schrieb: »Meine Suppe für Säuglinge hat in England eine große Verbreitung gefunden; der Apotheker der Königin, Savory, schreibt mir, daß der Prinz Victor Albert damit ernährt werde.« Wöhler wiederum berichtet ihm über gute Erfolge des Milchersatzes: »Im Betreff der Kindersuppe werden hier lauter günstige Erfahrungen gemacht, und die Weiber und Ärzte sind enthusiastisch dafür.«

Auch hier ergab sich eine industrielle Verwertung nicht, und da die Zubereitung im Haushalt zu umständlich war, fand Liebig's Säuglingssuppe keine weitere Verbreitung. Sie blieb aber, ähnlich wie sein vorverdauter Fleischsaft, Ausgangspunkt und Anregung für zahlreiche Nährpräparate.

Seine ganz besondere Aufmerksamkeit wandte Liebig der Herstellung und Verwendung von Brot zu. Er setzte sich sehr für eine stärkere Verbreitung von Vollkornbrot ein und schreibt hierüber: »Es könnten viele Millionen Menschen mehr in den deutschen Zollvereins-Staaten täglich gesättigt und ernährt werden, wenn es möglich wäre, die Bevölkerung von dem Vorzuge zu überzeugen, den das Brot von Mehl aus dem ganzen Korn vor dem gewöhnlichen Brote im Geschmack, in der Verdaulichkeit und in seiner Nahrhaftigkeit hat.«



— Doch Liebig hatte mit der nach dem heutigen Wissenstand durchaus berechtigten Propagierung von Vollkornbrot genausowenig einen Dauererfolg wie viele andere Ärzte und Ernährungsphysiologen nach ihm.

Auf allen seinen Arbeitsgebieten suchte und fand Liebig enge Verbindungen zwischen Theorie und Praxis, zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis und Anwendung. So machte er sich bei der praktischen Brotfrage Gedanken über die Theorie der Gärung. Die Ursache der Gärung sei, sagte Liebig »die Fähigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung, d. h. in einer chemischen Aktion begriffener Körper besitzt, in einem anderen ihn berührenden Körper dieselbe Tätigkeit hervorzurufen und ihn fähig zu machen, dieselbe Tätigkeit zu erleiden, die er selbst erfährt.«

Der Meinung, die z. B. *Louis Pasteur* vertrat, daß die Fähigkeit, Gärungen zu erzeugen, an die intakte Hefezelle gebunden sei, widerspricht er ganz eindeutig. In seinem 21. Brief heißt es über die Bierhefe, daß, »wenn sie bis zur Zerstörung aller organischen Formen auf einem Reibstein zerrieben wird, daß damit ihre zersetzende Wirkung auf organische Materien überhaupt nicht verschwindet. Sie gewinnt die Fähigkeit, Zucker in Milchsäure und diese in Wasserstoffgas und Kohlensäure überzuführen. Es sind dies Wirkungen, welche wahrgenommen werden, ohne daß eine vegetative Bildung (nämlich neuer Hefezellen) dabei nachweisbar ist. Alles dies zusammengenommen beweist, daß weder die organische Form, noch die chemische Zusammensetzung, lediglich ein gewisser Zustand der in den Hefezellen enthaltenen stickstoffhaltigen Bestandteile als die Ursache der Zersetzung des Zuckers in der Alkoholgärung angesehen werden muß.«

Liebig war wohl auch der erste oder einer der ersten, der solchen organischen Katalysatoren, die wichtige biologische Vorgänge — wie etwa die Gärung — auslösen, den Namen Ferment gibt. Im 17. seiner »Chemischen Briefe« heißt es: »Alle der Fäulnis fähigen Bakterien werden im Zustand der Fäulnis zu Fermenten, d. h. sie erlangen in diesem Zustand das Vermögen, irgend einen der Gärung fähigen Körper im Serum überzuführen, und diese Wirkung behält das Ferment, bis dessen Fäulnis vollendet wird.« — So ist Liebig auch auf diesem heute in der Stoffwechselforschung so wichtigen Gebiet der Enzym-Chemie ein Protagonist gewesen.

### *Schluß und Zusammenfassung*

Die aus Liebig's Arbeitsgebieten gegebenen Beispiele zeigen, wie er überall grundlegende Erkenntnisse gewonnen oder doch vorhandenes Wissen unter ein großes Konzept eingeordnet hat.

Ich hoffe, ich konnte deutlich machen, wie sich aus den von Liebig erarbeiteten Grundlagen auf den verschiedensten Gebieten der Ernährungswissenschaft mehr oder weniger gerade Linien ziehen zu dem, was wir heute wissen. Die Bedeutung der Hauptnährstoffe als Energielieferanten und Bausteine, die be-

deutsame Rolle der stickstoffhaltigen Bestandteile, also von Eiweiß und Aminosäuren, die Wichtigkeit der Mineralstoffe als Nährstoffe und Bausteine für den Organismus von Mensch, Tier und Pflanze hat er richtig erkannt. Über zwei weitere große Nährstoffgruppen, die der Spurenelemente und die der Vitamine, wußte er freilich noch nichts.

Doch auch zu ihrer Auffindung hat er dadurch beigetragen, daß spätere Ernährungsforscher auf den von ihm geschaffenen Grundlagen aufbauen konnten. Da eine Zufuhr der von Liebig angegebenen Nährstoffe allein keineswegs genügte, um Versuchstiere am Leben zu erhalten, mußten also noch weitere Nährstoffe existieren. Ihre Auffindung konnte erst gelingen, nachdem Chemie und Biochemie, Biologie und experimentelle Ernährungsphysiologie weiter entwickelt waren.

Justus von Liebig wurde bekannt schon als Student durch seine Arbeiten über rein chemische Probleme. Doch bereits die Arbeit, aufgrund derer er in Erlangen in absentia zum Doktor der Naturwissenschaften promoviert wurde, »Über das Verhältnis der Mineralchemie zur Pflanzenchemie«, zeigte sein Interesse für Fragen der »Agricurchemie«. Er gilt heute mit Recht als der Begründer dieses so wichtigen Faches. Mit gleichem Recht aber kann er gleichzeitig als erster Vertreter einer naturwissenschaftlich ausgerichteten Ernährungswissenschaft angesehen werden. Es ist sicherlich ein schöner Zufall, daß Gießen seine erste Universität, die heute nach ihm Justus Liebig-Universität heißt, die erste Hochschule in der Bundesrepublik war, die schon bald nach ihrer Wiedereröffnung nach dem 2. Weltkrieg in einer Medizinischen Fakultät Ernährungslehre des Menschen als akademisches Fach in Forschung und Lehre etablierte. Die Gießener Ernährungswissenschaftler dürfen sich somit als wissenschaftliche Nachkommen des großen Chemikers fühlen und hoffen, daß sie zum Wohle der Menschheit wenigstens einen kleinen Teil von dem beitragen, was Justus von Liebig für uns alle geschaffen hat.

---

*Ein eigentlicher Unterricht im Laboratorium, den geübte Assistenten besorgten, bestand nur für die Anfänger; meine speziellen Schüler lernten nur im Verhältnis, als sie mitbrachten; ich gab die Aufgaben und überwachte die Ausführung; wie die Radien eines Kreises hatten alle ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt. Eine eigentliche Anleitung gab es nicht; ich empfing von jedem einzelnen jeden Morgen einen Bericht über das, was er am vorhergehenden Tage getan hatte, sowie seine Ansichten über das, was er vorhatte; ich stimmte bei oder machte meine Einwendungen. Jeder war genötigt, seinen eigenen Weg selbst zu suchen. In dem Zusammenleben und steten Verkehr miteinander, und indem jeder teilnahm an den Arbeiten aller, lernte jeder von den andern.*

Liebig, eigene biographische Aufzeichnungen